МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ДГТУ)

Утверждено
на заседании кафедры
инженерной геологии,
оснований и фундаментов
от 14 января 2019 г.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ФУНДАМЕНТОВ ИЗ ЗАБИВНЫХ СВАЙ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ I ТИПА ПО ПРОСАДОЧНОСТИ

Часть 2

Методические указания для выполнения курсового и дипломного проектов студентами специальности ПГС (08.03.01) очного и заочного обучения, в том числе иностранными студентами

Ростов-на-Дону

2019

Пример расчета фундаментов из забивных свай в грунтовых условиях I типа по просадочности: методические указания. ч.2. – Ростов н/Д: Донск. гос. техн. ун-т, 2019.– 11 с.

Представлен пример расчета свайного фундамента из забивных свай в грунтовых условиях I типа по просадочности. Предназначены для выполнения курсового и дипломного проектов студентами специальности ПГС (08.03.01) очного и заочного обучения, в том числе иностранными студентами

УДК 624.154

Составили: доц., канд. техн. наук А.Ф. Акопян
доц., канд. техн. наук В.Ф. Акопян

Рецензент:
проф., д-р техн. наук
А.Ю. Прокопов

Редактор Т.М. Климчук
Темплан 2019 г., поз.
Подписано в печать . Формат 60x84/16.
Ризограф. Бумага писчая. Уч.-изд. Л. 1,0.
Тираж 100 экз. Заказ __

Редакционно-издательский центр
Донского государственного технического университета
344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

© Донской государственный технический университет, 2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания содержат пример расчета свайного фундамента, выполненный согласно основным положениям СП22.13330.2016, СП24.13330.2021, СП 50-102-2003 по проектированию забивных свай в просадочных грунтах. Информация о видах забивных свай и их современная классификация взята из методических указаний «Проектирование фундаментов из забивных свай, часть 1».

1. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ ЗАБИВНЫХ СВАЙ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ I ТИПА ПО ПРОСАДОЧНОСТИ

Необходимо рассчитать фундамент из забивных свай в грунтах, характеристики отдельных слоев которых обобщены в прил. 1, 2.

По геолого-литологическому принципу и по физико-механическим свойствам грунтов, слагающих площадку строительства, в толще выделено 2 инженерно-геологических элемента.

Расчет просадки от собственного веса грунта выполнен согласно методическим указаниям [5].

В итоге получено значение просадки от собственного веса 3,2 см. Следовательно, площадка отнесена к грунтовым условиям I типа по просадочности.

Глубина заложения подошвы монолитного ж/б ростверка -1,4 м от дневной поверхности.

Длина свай l определена из величины заглубления свай в непросадочные грунты $l_d = 1$м, величины просадочной толщи за вычетом глубины котлована h_{sl} (h_{sl} = 8,6 м – 1,4 м = 7,2 м) и 0,5 м заделки свай в ростверк (рис. 1). Значение длины сваи принято равным ближайшему большему типовому размеру [4]. Свая СН90.30 сплошного квадратного сечения с поперечным армированием ствола с напрягаемой арматурой.

При проектировании свайных фундаментов в грунтовых условиях I типа учитывают

сопротивление грунта под нижним концом и по боковой поверхности свай (рис. 1).

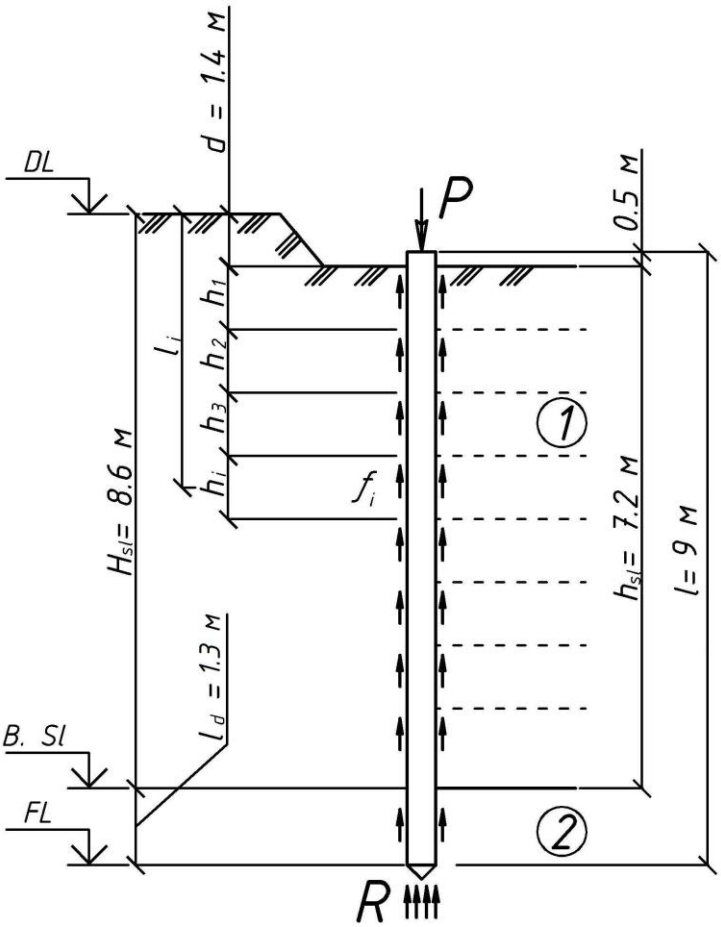


Рис. 1. Схема к выбору глубины погружения сваи и расчету её несущей способности в грунтовых условиях I типа по просадочности:

1, 2 – просадочный и непросадочный грунт; R – расчетное сопротивление грунта прогнозируемой влажности под нижним концом сваи; f_i — расчетное сопротивление *i*-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа,; h_i — толщина *i*-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи; d - глубина заложения ростверка, м; H_{sl} – глубина просадочной толщи, м; l_d – величина заглубления свай в непросадочный грунт, м; P – нагрузка на сваю, кН; h_{sl} — расчетная глубина, равная 7.2 м, на которой произведено суммирование сил бокового трения проседающих слоев грунта, принимаемая равной глубине, где значение просадки грунта от действия собственного веса, определенное в соответствии с требованиями [2], равно 3,2 см; *l* – длина сваи, м

Для нахождения несущей способности сваи необходимо определить показатель текучести I_l грунта под нижними концами свай.

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_l - W_p} = \frac{26.1 - 20.8}{34.5 - 20.8} = 0.38 .$$

Несущая способность F_d, кН, висячей забивной сваи, работающей на сжимающую нагрузку, определена как сумма расчетных сопротивлений грунтов

основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности по формуле:

$$F_d = \gamma_c\,(\gamma_{cR}\,RA + u\sum_{i=1}^{n}\gamma_{cf}\,f_i h_i\,), \qquad (2)$$

где γ_c — коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1; R — расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, по табл. 7.1 [4]; A — площадь опирания на грунт сваи, м^2, принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто; u — наружный периметр поперечного сечения ствола сваи, м; f_i — расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, табл. 7.2 [4]; h_i — толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

γ_{cR}, γ_{cf} — коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта, по табл. 7.3 [4].

F_d = 1• (1• 2400 кПа • 0.09 м^2 + 1.2 м•1•1 м•(21 кПа+25 кПа + 27 кПа +29 кПа + 31 кПа + 33 кПа + 33.5 кПа + 34 кПа) = 496.2 кН.

Нагрузка, допускаемая на одну сваю:

$$P = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{496.2кН}{1.4} = 354.4кН\ ,$$

где γ_k — коэффициент надежности, принимаемый равным 1,4 — если несущая способность сваи определена расчетом, в том числе по результатам динамических испытаний свай, выполненных без учета упругих деформаций грунта, а в других случаях — согласно п. 7.1.11 [4];

Размер ростверка под колонну принят: 1,5 м – длина подошвы ростверка, 1,5 м – его ширина, 0,5 м – высота.

Расчетный вес ростверка:

$$G_{Ir} = \gamma_f\, l_r b_r h_r\, \gamma_{mt} = 1.1 \cdot 1.5м \cdot 1.5м \cdot 0.5м \cdot 20\ кН = 24.75\ кН$$

где l_r, b_r, h_r – соответственно длина, ширина подошвы и высота ростверка;
γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, равный для постоянных нагрузок 1,1;
γ_{mt} – среднее значение удельного веса материала фундамента и грунта на его уступах, кН/м^3.

ΣN_I = 1215.7 кН– максимальная для всех сочетаний сумма расчетных вертикальных нагрузок в обрезе ростверка.

Необходимое количество свай:

$$n = \frac{1215.7кН + 24.75кН}{354.4кН} 1{,}2 = 4.2 .$$

Принято число свай 4. Фактическая нагрузка на сваю:

$$N_{If\,\max} = \frac{1215.7кН + 24.75кН}{4} = 310.1кН .$$

Количество свай по несущей способности грунта подобрано, так как выполнено условие:

$$\Delta = \frac{310.1кН - 354.4кН}{354.4кН} = -0.13 = -13\% < 15\%$$

Расчет осадки

Для расчета осадки столбчатого свайного фундамента определяю границы условного фундамента (рис.2).

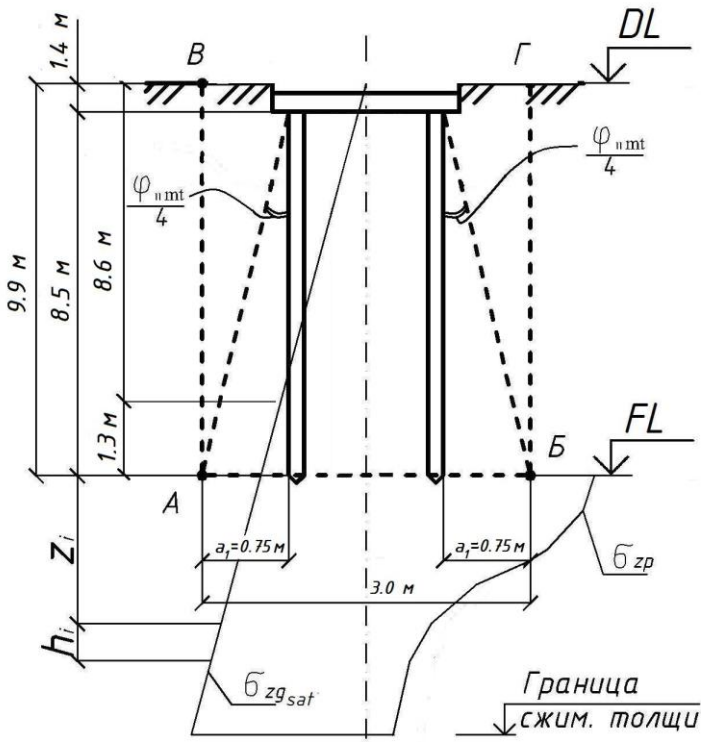


Рис. 2. Определение границ условного фундамента при расчете осадок свайных фундаментов в грунтовых условиях I типа по просадочности:

$a_1 = 8.5м \cdot tg(20^o/4) = 0.75$ м – расстояние от внешней грани наружных свай до границы условного фундамента; Расстояние между осями свай равно 1.2 м. Следовательно, ширина подошвы условного фундамента равна 1.2 м + 0.3 м + +2•0.75 м = 3 м .

Расчет осадки методом послойного суммирования. При этом необходимо выполнение требования:

$$S \leq S_u,$$

где S – расчетная совместная деформация основания и сооружения, м; S_u – предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемое в соответствии с прил. 4, [2].

Согласно [2], толщина *i*-го слоя грунта ниже подошвы условного фундамента равна 0.4•b = 0.4•3 м = 1.2м.

Порядок расчета осадки свайного фундамента с использованием Microsoft Excel изложен в методическом указании [6].

Расчеты представлены в табличной форме на рис.3- 5.

	Строка формул	B	C
1	**Исходные данные**		
2	Расстояние между сваями в направлении ширины (b), м	1.5	
3	Расстояние между сваями в направлении длины (l), м	1.5	
4	Глубина заложения условного фундамента (d), м	9.9	
5	Глубина погружения свай в грунт (H), м	8.5	
6	Удельный вес грунтов по слоям h_i в ИГЭ1 (γ_2), кН/м^3	17.7	
7	Удельный вес грунтов по слоям h_i в ИГЭ2 (γ_3), кН/м^3	19.1	
8			
9	Модуль деформаций по слоям h_i ИГЭ1 (E_2), кПа	4.9	
10	Модуль деформаций по слоям h_i ИГЭ2 (E_3), кПа	7	
11			
12	Угол внутреннего трения ИГЭ1 (φ_2), °	20	
13	Угол внутреннего трения ИГЭ2 (φ_3), °	21	

Рис. 3

	A	B	C	D	E
16					
17					
18					
19					
20					$\varphi_{II,mt}$
21					20.1
22	Ширина условного фундамента b_y, (м)	3.0			
23	Длина условного фундамента l_y, (м)	3.0			
24	Вес условного фундамента Gr, (кН)	1688.5			
25	Суммарная вертикальная нагрузка в подошве условного фундамента N_{II}, (кН)	2929			
26	Среднее давление в подошве условного фундамента P_{II}, (кПа)	326.3			
27					
28					

Рис. 4

№ п/п	h, м	z, м	ζ	η	α	σzg, кПа	σzp, кПа	σzpi, кПа	E, кПа	S,м	
1	1.2	0.0	0.0	1.00	1	189	137	114	7	0.020	38
2	1.2	1.2	0.8	1.00	0.800	212	91	66	7	0.011	42
3	1.2	2.4	1.6	1.00	0.449	235	41	Нижняя граница сжимаемой толщи			47

Суммарная осадка (м):
0.031

Рис. 5

Таким образом, выполняется условие:

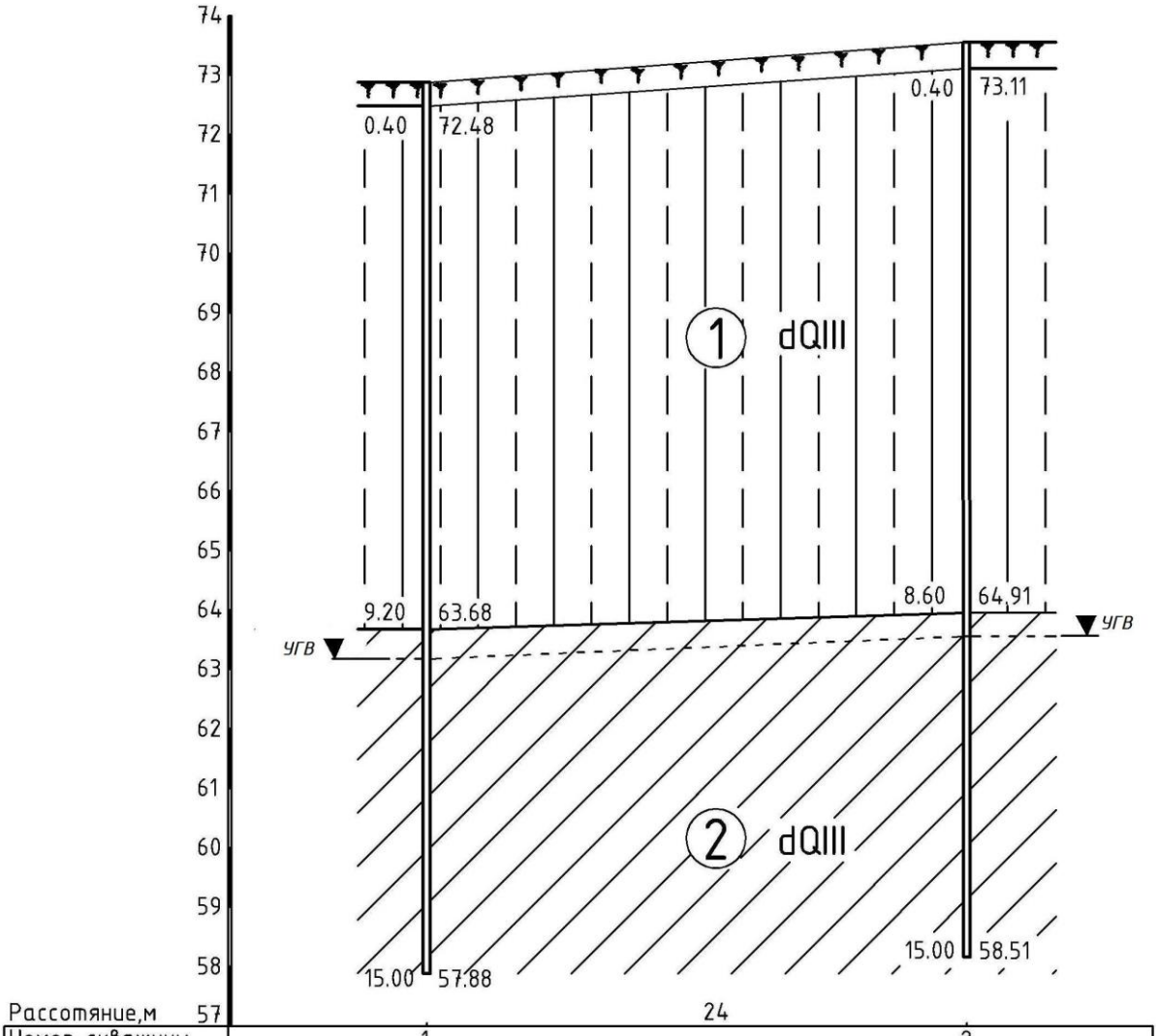
S=3 см <S_u, где S_u=8 см •1.2 = 9.6 см согласно прил. 4 [2].

Литература

1. Проектирование фундаментов из забивных свай:/ методические указания Ч.1. / под ред. В.В. Логутина и А.В. Чмшкяна. – Ростов н/Д.: РГСУ, 2009. – 19 с.
2. Расчет просадки от действия собственного веса грунта методом послойного суммирования с использованием Microsoft Excel: методические указания/ под ред. А.И. Семененко, В.Ф. Акопяна и С.П. Гусаренко. – Ростов н/Д.: РГСУ, 2009. – 12 с.
3. Расчет осадки основания свайного фундамента в виде куста свай методом послойного суммирования с использованием Microsoft Excel , расчет фундаментов из забивных свай в грунтовых условиях I и II типа по просадочности: методические указания/ Под ред. А.И. Семененко, В.Ф. Акопяна и С.П. Гусаренко. –Ростов н/Д: РГСУ, 2009. – 32 с.
4. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты/НИИОСП Госстроя СССР.- М.: ГП ЦПП, 2011.- 48 с.
5. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений/ Минстрой России.- М.: ГП ЦПП, 2016.- 48 с.
6. СП 50-102-2003. Свод правил по проектированию и устройству свайных фундаментов/ Госстрой России. – М.: НИИОСП, 2005. – 82 с.

Приложение 1

Инженерно-геологический разрез



Номер скважины	1	2
Отметка устья, м	72.88	73.51
Глубина, м	15.0	15.0

Приложение 2

Физико-механические характеристики грунтов

№ ИГЭ	№ слоя	Глубина, м	W, %	ρ, т/м^3	ρ_s, т/м^3	ρ_d, т/м^3	e	W_L, %	W_p, %	Относит. просадочность, при давлении, МПа				E, МПа		φ_{II} град.	C_{II}, кПа
										быт.	0,1	0,2	0,3	естеств.	замочен		
ИГЭ 1	2	2,0 - 3,0	19,9	1,77	2,69	1,47	0.83	31.7	20.1	0,005	0,010	0,013	0,017	14.9	4.9	20	19
	3	3,0 - 4,0	19,9	1,77	2,69	1,47	0.83	31.7	20.1	0,008	0,011	0,014	0,016	14.9	4.9	20	19
	4	4,0 - 5,0	19,9	1,77	2,69	1,47	0.83	31.7	20.1	0,011	0,011	0,013	0,014	14.9	4.9	20	19
	5	5,0 - 6,6	19,9	1,77	2,69	1,47	0.83	31.7	20.1	0,011	0,011	0,015	0,016	14.9	4.9	20	19
	6	6,6 - 7,0	19,9	1,77	2,69	1,47	0.83	31.7	20.1	0,011	0,010	0,015	0,019	14.9	4.9	20	19
	7	7,0 - 8,0	19,9	1,77	2,69	1,47	0.83	31.7	20.1	0,007	0,005	0,012	0,017	14.9	4.9	20	19
	8	8,0 - 9,0	19,9	1,77	2,69	1,47	0.83	31.7	20.1	0,011	0,009	0,013	0,017	14.9	4.9	20	19
ИГЭ 2	9	9,0 - 9,5	26,1	1,91	2,69	1,51	0.78	34.5	20.8	-	-	-	-		7.0	21	23